

Simulation der Blendwirkung durch Photovoltaikanlagen auf Dächern in Berlin

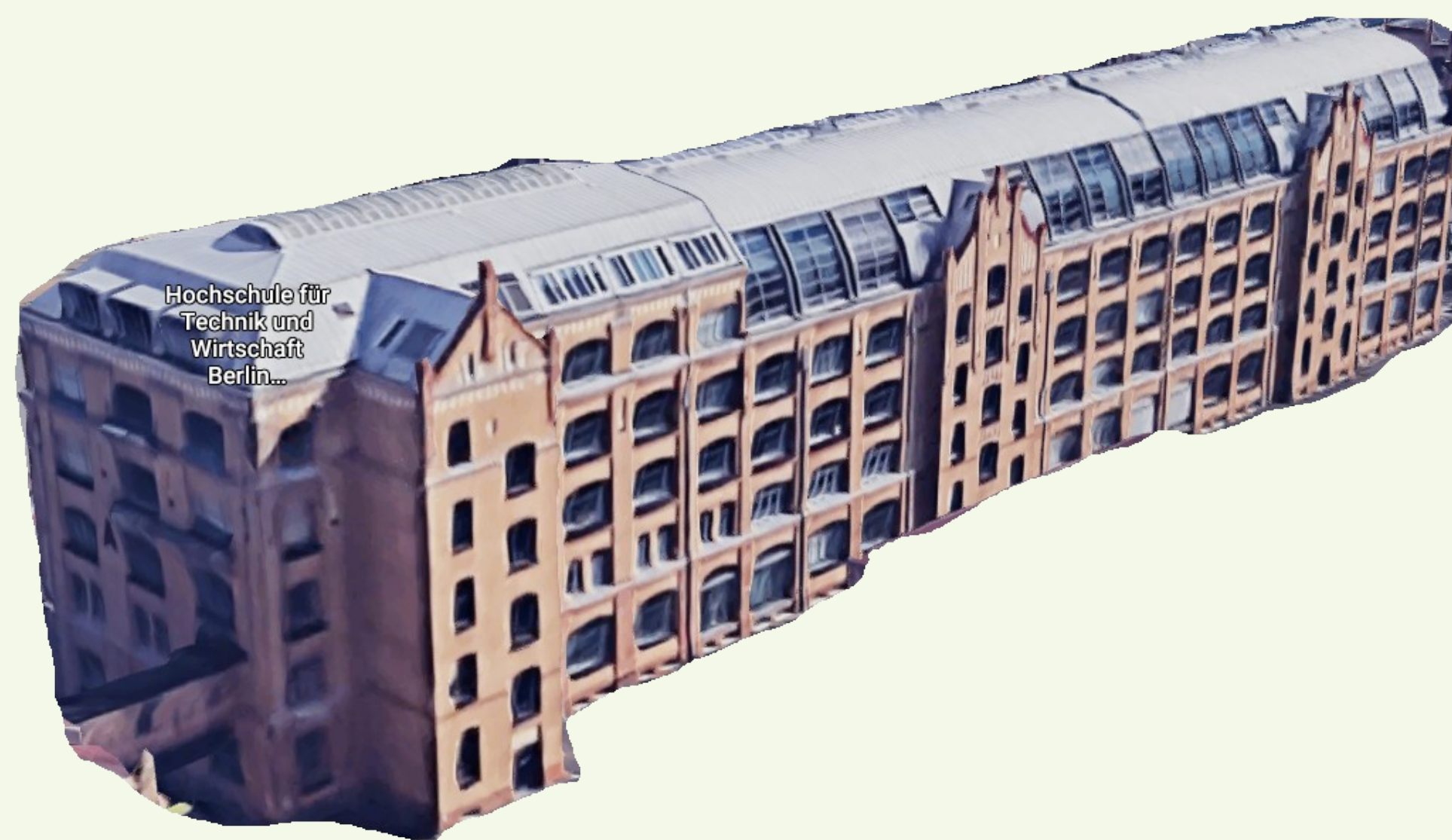
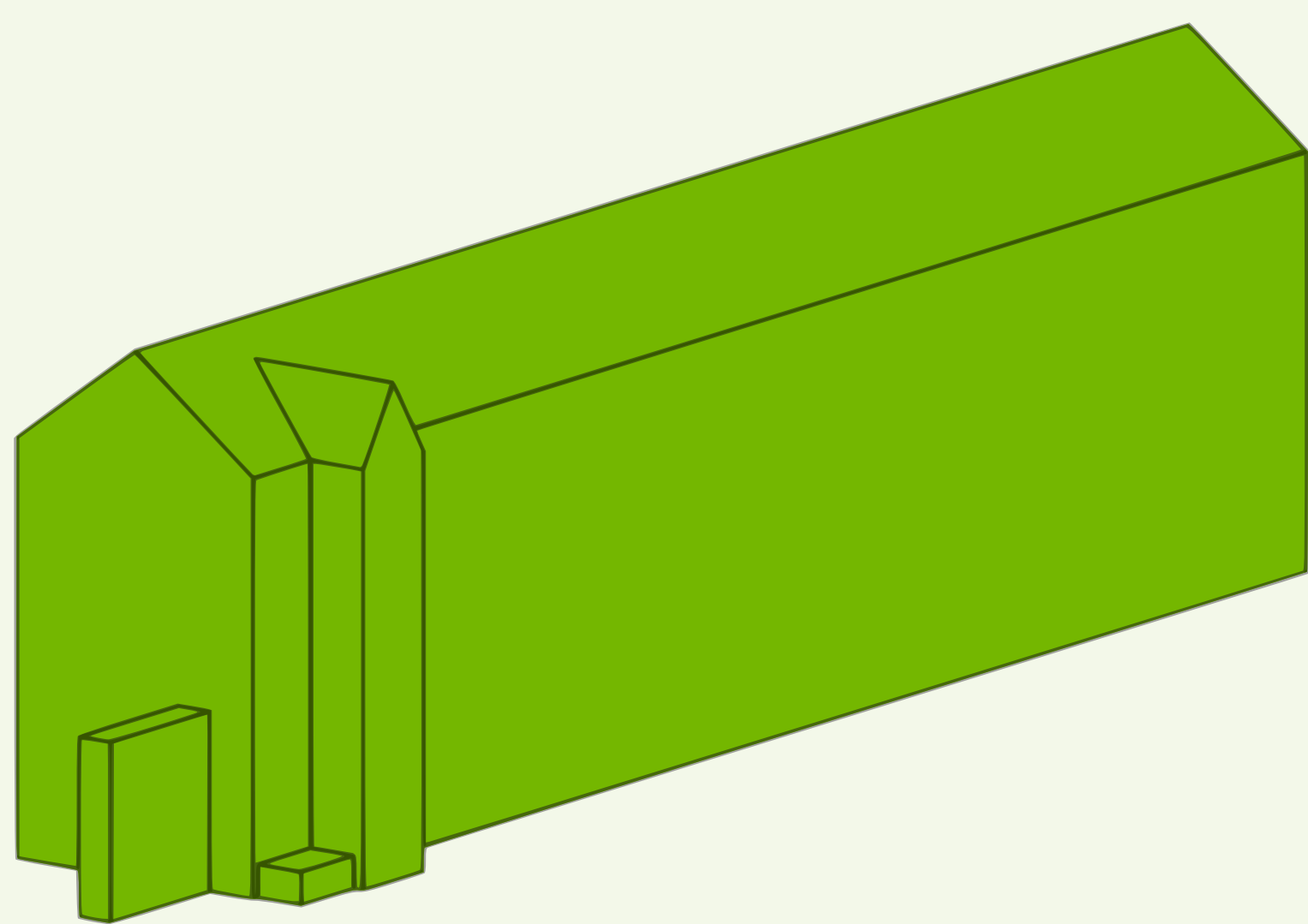
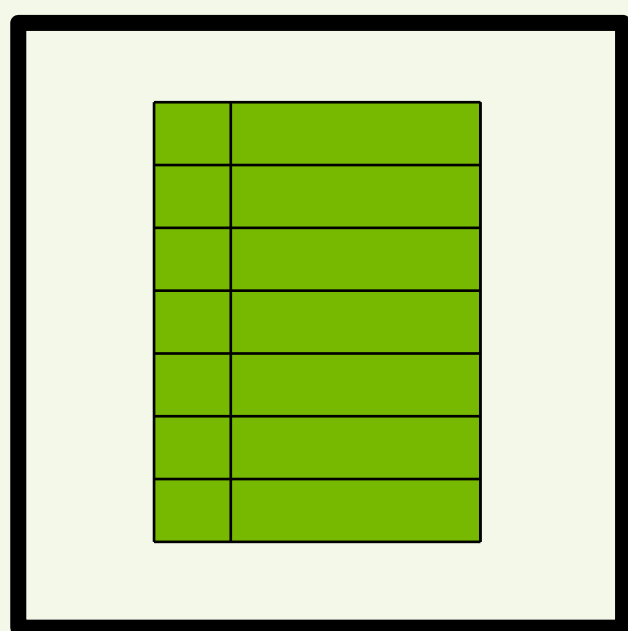
Jonas Fuhrmann

Motivation



Solaranlagen reflektieren stets einen Teil des Sonnenlichts. Inwieweit eine solche Reflexion zulässig ist, wird dabei in einem Dokument der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) festgelegt. Mithilfe einer Simulation soll festgestellt werden, wie viele Gebäude in Berlin bei Vollbelegung der Potenzialflächen durch PV-Module eine Blendung nach den Richtwerten der LAI verursachen würden. Das Skript zur Simulation wurde in Matlab geschrieben.

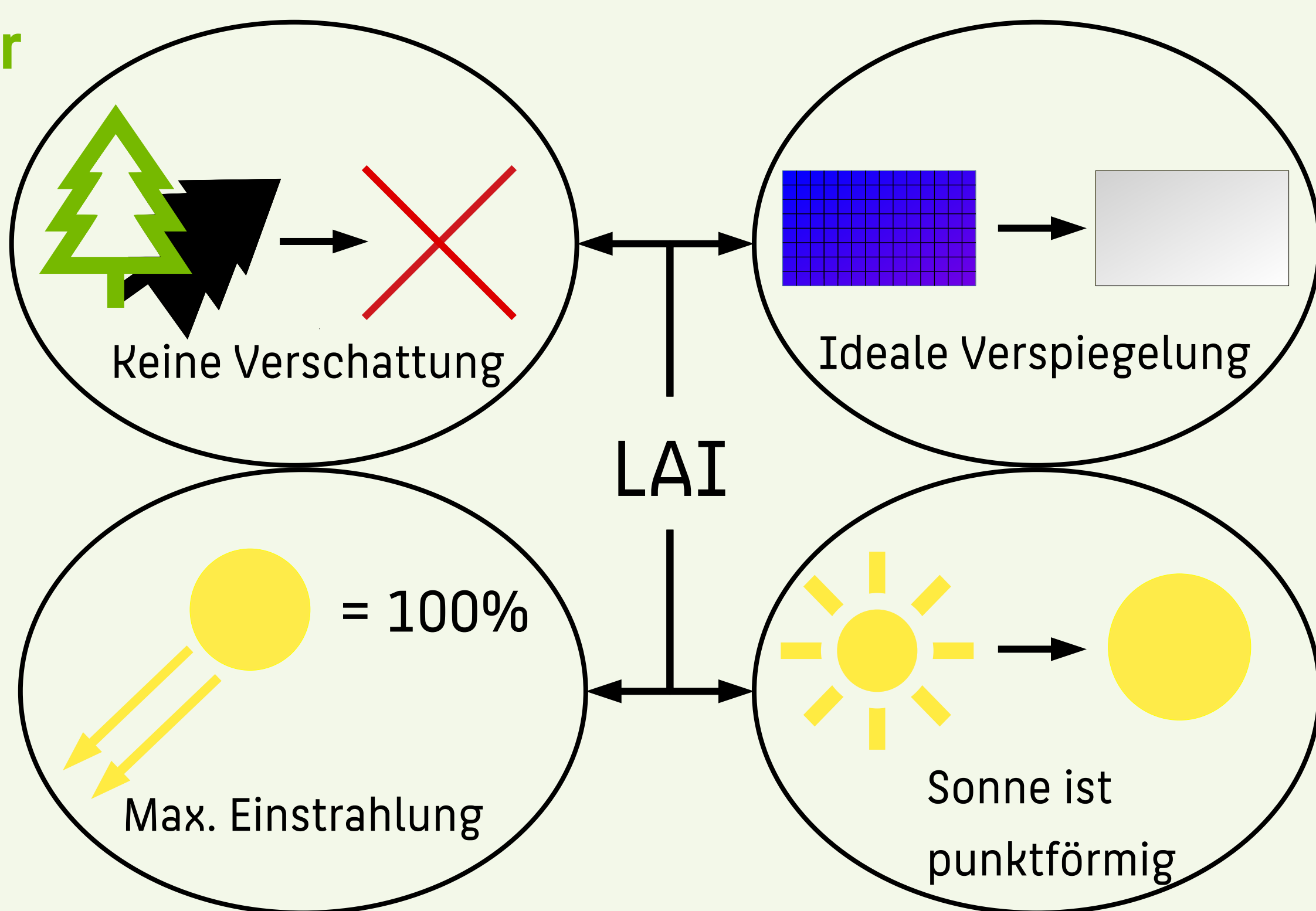
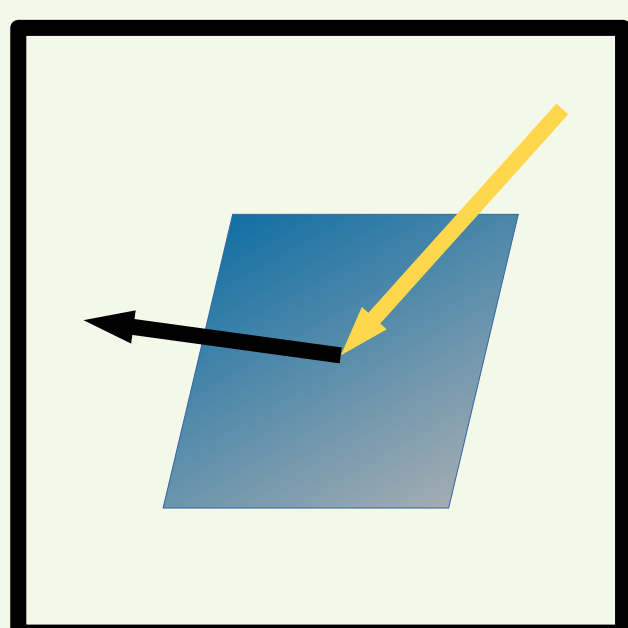
Eingangsdaten



Die Gebäude liegen in Form von kartesischen Koordinaten im Detailgrad Level-of-Detail 2 vor.

Da in dem Modell keine Fensterflächen enthalten sind, werden diese anteilig an der Gesamtfläche einer Außenwand abgeschätzt. Eine Blendung findet immer dann statt, wenn eine Fensterfläche über das in der LAI definierte Maß hinaus von reflektierten Sonnenstrahlen getroffen wird.

Berechnung der Blendung



In der Simulation werden die minütlichen Sonnenhöhen und Azimute in Sonnenvektoren umgerechnet:

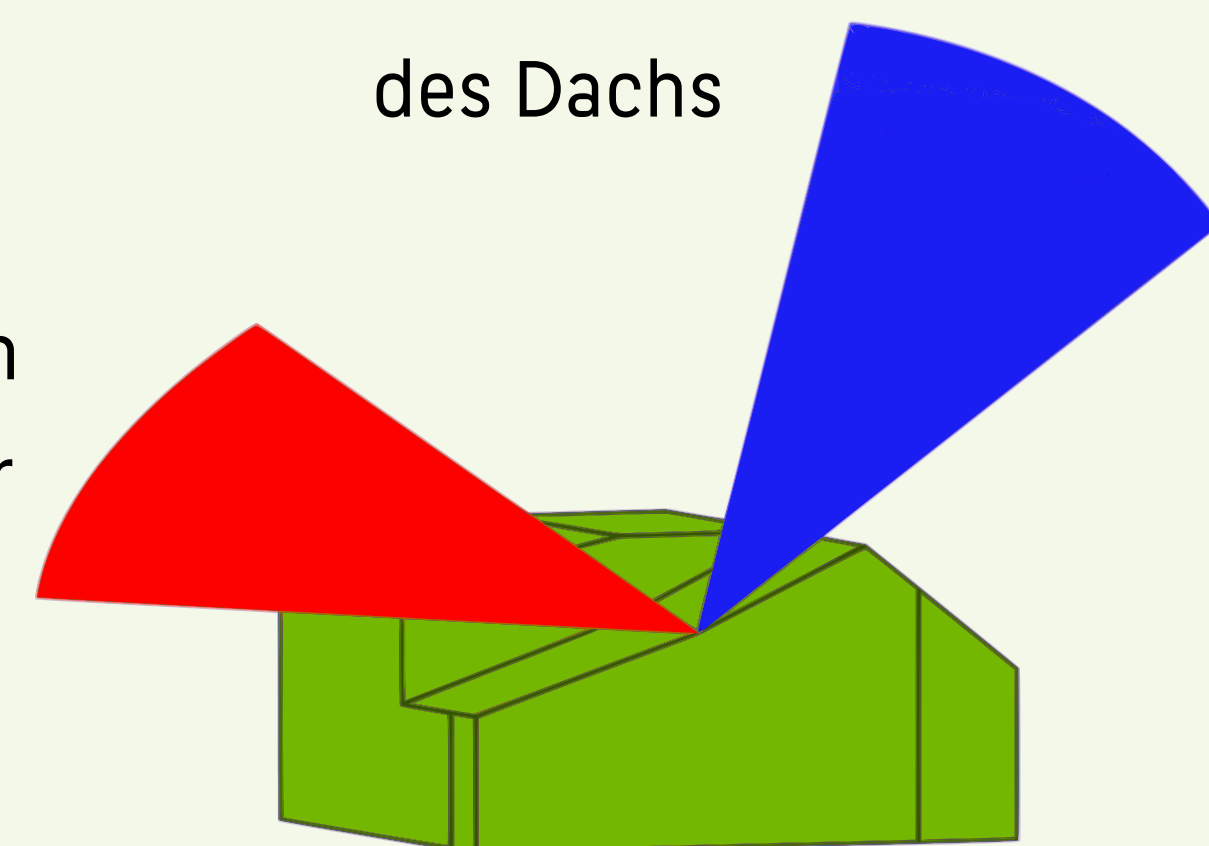
$$\vec{s} = (\cos(\alpha_s) \cdot \cos(\gamma_s), -\sin(\alpha_s) \cdot \cos(\gamma_s), \sin(\gamma_s))^T$$

Die berechneten Sonnenvektoren lassen sich dann an der Dachfläche spiegeln:

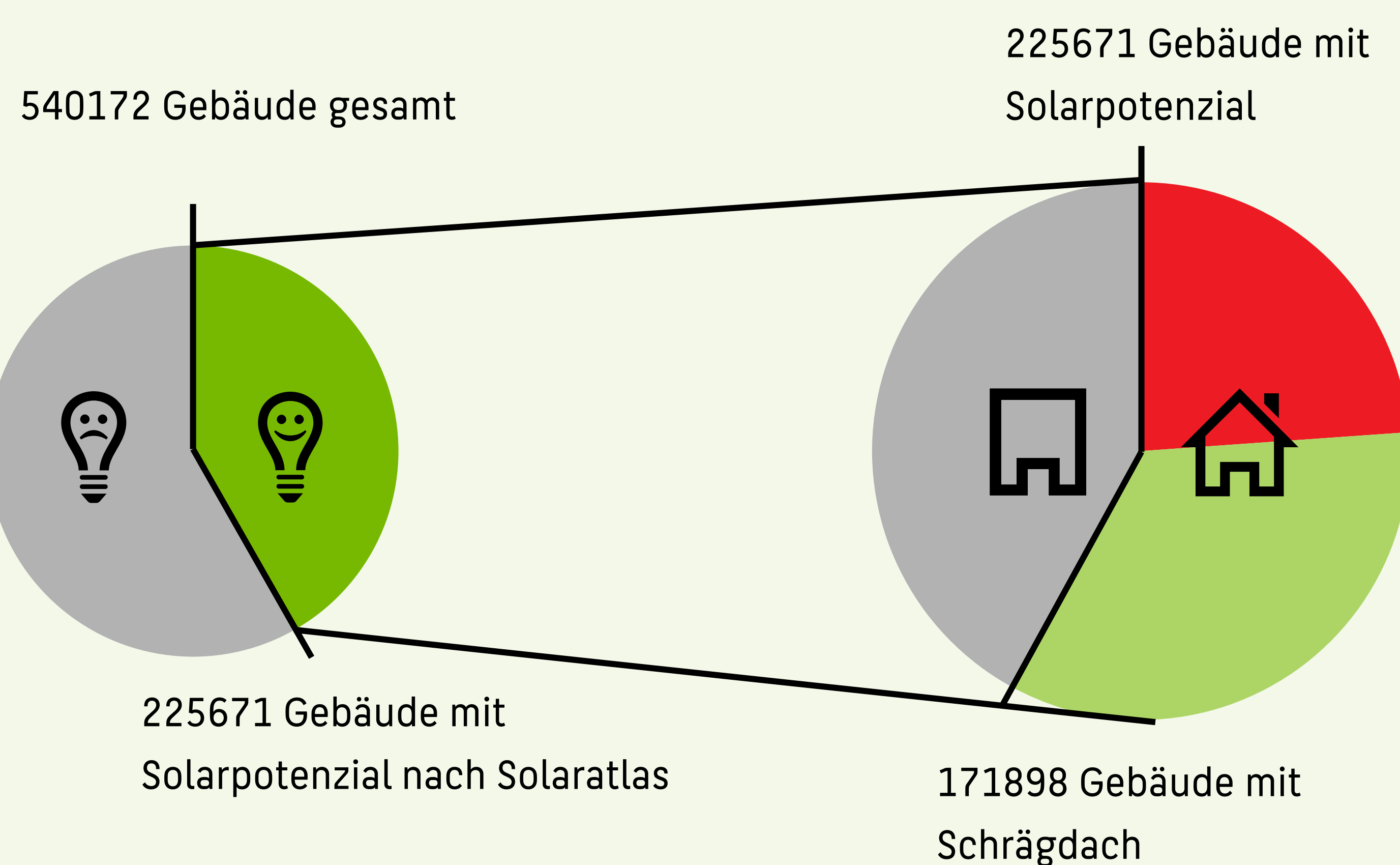
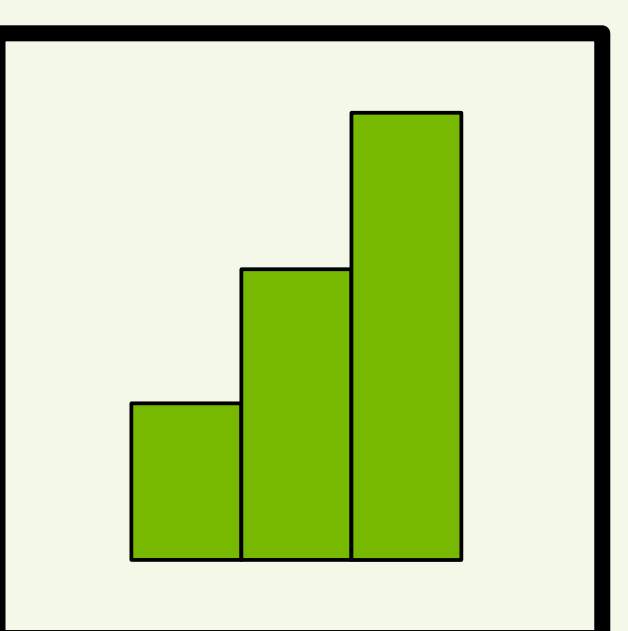
$$\vec{r} = 2 \cdot (\vec{s} \cdot \vec{n}) \cdot \vec{n} - \vec{s}$$

Eine Blendung findet laut LAI immer dann statt, wenn ein anderes Fenster mehr als 30 Minuten am Tag oder mehr als 30 Stunden im Jahr von den reflektierten Strahlen der PV-Anlage getroffen werden.

\vec{s} – Sonnenvektor
 α_s – Azimut
 γ_s – Höhenwinkel
 \vec{r} – Reflexionsvektor
 \vec{n} – Normalenvektor des Dachs



Ergebnisse



In der Simulation wurden nur Schrägdächer mit Solarpotenzial auf eine eventuelle Blendung geprüft. Bei Flachdächern gibt es durch unterschiedliche Aufstellvarianten die Möglichkeit eine Blendung konstruktiv zu vermeiden.

Von den Schrägdächern mit Solarpotenzial blenden 76855 Gebäude. Dies entspricht einem Anteil am gesamten Solarpotenzial von 34,1 % (Flachdächer eingeschlossen). Auf die Schrägdächer mit Solarpotenzial entspricht dies einem Anteil von 44,7 %.

Ausblick



Ein signifikanter Anteil des Solarpotenzials auf Schrägdächern ist durch potenzielle Blendung gefährdet. Um eine realitätsgerechte Abschätzung der Blendwirkung sicherstellen zu können, müssen die Regelungen der LAI angepasst werden. Es sollten unter anderem folgende Faktoren in die Betrachtung miteinbezogen werden:

- Mittlerer Bewölkungsgrad
- Unterschiedliche Reflektivität des PV-Moduls in Abhängigkeit des Einfallswinkels

Zusätzlich sollte zwischen einer Blendung des Verkehrs und der Blendung von benachbarten Häusern unterschieden werden.